

# コンピュータを活用した理科指導

## —音の学習を中心として—

松之山町立松之山中学校 金子 均

### 1. はじめに

## Ⅳ 授業実践記録

平成5年10月5日に県学視連の研究大会が、松代町・松之山町で行われた。松之山中学校は平成4年度に理科と保健体育の研究指定を受け、2年間実践研究を行った。本研究はこれをまとめたものである。

### 2. 研究について

#### (1) 当校の理科の研究主題

「コンピュータを使用して生徒の意欲的な活動を促す指導の工夫」

#### (2) 研究主題設定の理由

当校の生徒の実態として、指示された学習に対しての取り組みには向上の勢が見られたが、学習が身体的で教師の指示がないと自分達だけではなかなか自発的な学習が始められないという問題点がある。そこで当校の研究主題を「意欲的な学習を促進する指導の工夫」とし、実践研究している。

理科では観察・実験が主であるが、他教科に比べて生徒の動く場面は多い。しかし、今まで教師主導型で生徒を引っ張っていき授業が多く、なかなか主体的な学習ができていなかった。そこで今年度学視連の研究大会の研究指定を受けたこともあり、生徒のコンピュータに対する興味・関心をコンピュータのいろいろなアルタイル等の特性を生かし、生徒が中心となる授業を目指し、生徒の意欲的な活動を引き出すと考えた。もちろん、指導過程の工夫や、課題の工夫にも力を入れていかなければならないが今年度は特にコンピュータを使用した授業を試みた。

#### (3) 研究の内容と方法

ア、生徒の意欲的な活動を促す指導過程の工夫

- ・実験の前段階で予想や自分なりの疑問に意欲をもてる段階を用意に繰り上げる場を設ける。
- ・検証実験についてはできるだけ生徒の追究方法を先かしたり、追究方法別のグループ構成等を取り入れる。
- ・できるだけ一人一人が可能な場面を作り、生徒一人一人を学習に参加させる。

イ、生徒の学習意欲を喚起する課題の工夫

- ・予想外の結果が得られるような課題や多様な予想が可能な課題を出す。
- ・生徒一人一人が自己選択できるような課題も提示する。

ウ、生徒の学習意欲の向上を図る観察・実験の活用

- ・追究活動に対する意欲を高めるために生徒のコンピュータに関する興味・関心を高める工夫の

# コンピュータを活用した理科指導

## — 音の学習を中心として —

松之山町立松之山中学校 金子 均

### 1. はじめに

平成5年10月5日に県学視連の研究大会が、松代町・松之山町で行われた。松之山中学校は平成4年度に理科と保健体育の研究指定を受け、2年間実践研究を行った。本研究はこれをまとめたものである。

### 2. 研究について

#### (1) 当校の理科の研究主題

「コンピュータを使用して生徒の意欲的な活動を促す指導の工夫」

#### (2) 研究主題設定の理由

当校の生徒の実態として、指示された学習に対しての取り組みには向上の跡が見られたが、学習が受身的で教師の指示がないと自分達だけではなかなか自主的な学習が進められないという問題点がある。そこで当校の研究主題を「意欲的な学習を促進する指導の工夫」とし、実践研究している。

理科では観察・実験が主である分、他教科に比べて生徒の動く場面は多い。しかし、今までは教師主導型で生徒を引っ張っていく授業が多く、なかなか主体的な学習ができなかった。そこで今年度学視連の研究大会の研究指定を受けたこともあり、生徒のコンピュータに対する興味・関心やコンピュータのもつリアルタイム等の特性を生かし、生徒が中心となる授業を目指し、生徒の意欲的な活動を引き出そうと考えた。もちろん、指導過程の工夫や、課題の工夫にも力を入れていかなければならないが今年度は特にコンピュータを使用した授業を試みた。

#### (3) 研究の内容と方法

##### ア. 生徒の意欲的活動を促す指導過程の工夫

- ・実験の前段階で予想や自分なりの根拠に発想をめぐらす時間を相互に練り上げる場を設定する。
- ・検証実験についてはできるだけ生徒の追究方法を生かしたり、追究方法別のグループ編成等を取り入れる。
- ・できるだけ一人一実験が可能な場面を作り、生徒一人一人を学習に参加させる。

##### イ. 生徒の学習意欲を喚起する課題の工夫

- ・予想外の結果が得られるような課題や多様な予想が可能な課題を提示する。
- ・生徒一人一人が自己選択できるような課題も提示する。

##### ウ. 生徒の学習意欲の向上を図る視聴覚機器の活用

- ・追究活動に対する意欲を高めるために生徒のコンピュータに関する興味・関心やコンピュータのも

つリアルタイム等の機能を生かした工夫をする。

#### (4) コンピュータ使用の意義について

生徒のコンピュータに対する興味・関心は非常に高い。コンピュータを使用するということだけでも生徒は普段よりも興味を示す。しかし、今まではシミュレーションソフトやCAIソフトを扱っただけで、これでは真の意欲を引き出したとはいえない。

そこで当研究ではコンピュータを実験や測定の道具として使用し、リアルタイム機能やデータベース機能等のコンピュータの特長を生かすことで、生徒の活動や想をめぐらす時間を確保し、意欲と結び付けたいと考えた。

### 3. 実践例

#### コンピュータを活用した音の学習

#### (1) 指導の構想

「音」の単元は学習指導要領の改訂にともない、平成5年度から中学校1年生の内容に位置付けられたため、本年度がこの内容を取り扱う初年度となる。そのため、十分な資料の蓄積がないので、生徒がそれぞれの場面でどの様に反応するかは未知数である。

しかし、特に問題となるのは音を肉眼で見ることができないということだと考えた。そこで、今回はNADVをコンピュータに接続し、音を画面にグラフとして表示させ、音の違いを視覚を通して理解できるようにしたい。また、一人一人が、身近にある音について追究課題を設定し、類似の課題をもつ者同士で班を編成する。このことによって自分の調べたいことが追究できるので、意欲的な活動が展開されると予想した。

#### (2) NADVとNADCについて

NADV（新潟県アナログ、デジタル変換ボード voice）は新潟県高校理科コンピュータ研究グループ（設計は麩沢祐一先生）が開発した、PC 9801用インターフェースキットである。特徴としては次の4点をあげることができる。

- ・変換速度が2.5( $\mu$ s)と高速変換が可能である。
- ・4チャンネルである。
- ・D-Aコンバータも積んでいる。
- ・マイクとスピーカーを取り付けるだけで、音声の取り込み・再生が用意にできる。

NADCはNADV用汎用計測ソフトである。取り込まれたデータは、横軸が時間、縦軸が電圧のグラフに表示される。特徴としては次の4点をあげることができる。

- ・操作は簡単で、表示も常にグラフを中心としてある。
- ・取り込める対象は音声に限らず、多目的に使える。
- ・入力はほとんどマウスで行う。

- ・サンプリングの周波数を1～30 kHzの範囲から選択できる。
- ・グラフ表示の場合、時間軸を0.1 ms～5 sの範囲で変化させることができる。
- ・高速フーリエ変換を用いて、そのスペクトル分布をグラフ表示できる。
- ・取り込んだ2つの波を重ね合わせることができる。

価格はNADV，NADCソフト，マイク，スピーカー込みで1セット18,000円。

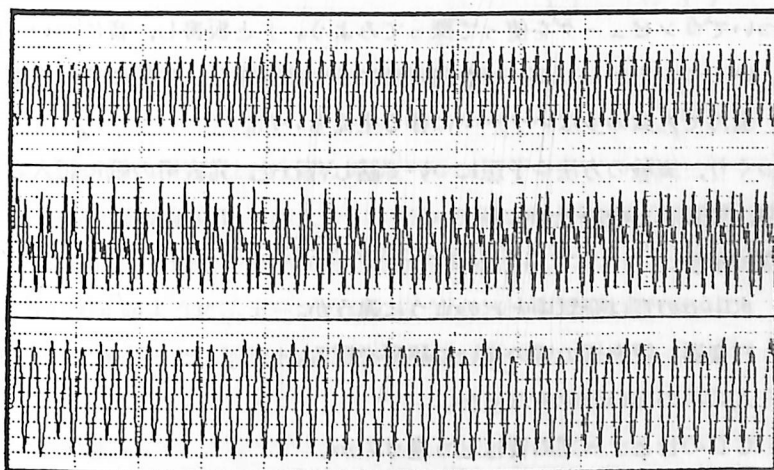


図1 NADCの画面の例

### (3) 指導の実際

#### [1] 第1次 課題「いろいろな音について調べよう。」

生徒の音についての関心を高めるため、身近な音をいくつか録音したテープを聞かせ、音当てクイズを行った。正解を聞いて得意になるものや悔しがめるものなどさまざまな姿が見られ当初の目的が果たせた。

次に2種類の笛の音を聞かせ、その違いについて質問したところ次のような答えが返ってきた。

- ・最初の音のほうが高い。
- ・最初の音のほうが響いている。
- ・後の音のほうが気がぬけているみたいだ。

さらに全員にどちらの音が高いと思うか挙手で調べたが27対5に分かれた。そこで音を調べることに困ることをあげさせた。

- ・音は人によって感じ方が違う。
- ・音はすぐなくなる。(録音すれば良いという反論もあった。)
- ・音は目に見えない。

ここで教卓に用意しておいたコンピュータを使用して、音を画面表示できることを示し、コンピュータの有用性を明らかにした。



[2] 第2次 課題「音の秘密についてコンピュータを使って探ってみよう。」

① コンピュータとNADVの接続のしかた、マウスの使用法を説明した後、しばらくは自由に操作させた。生徒は取り込んだ音を何回もスピーカーから取り出したり、いろいろなメニューを確認したりした。

しばらくしてから、各班に音さの音をコンピュータに取り込むことを指示した。音さの音は一定の波になっていることは一目瞭然であった。ここで「振幅・波長」については簡単に指導した。

② 「音の秘密についてコンピュータを使って探ってみよう。」と板書し、音について調べてみたいことを発言させた。いくつか上がったテーマを内容別に6つに分類し、生徒にそれを選択させた。人数の偏りが出たが、進んで人数の少ないテーマに移る生徒もいた。

課題別の班をつくり、実験の方法や予想について話し合わせ、発表用の紙に記入させた。さらに必要な器具の準備や、発表者も決めさせた。

各班の課題を次に示す。

1班 …… 水中での音は空気中とどのように違うか。

2班 …… 打楽器、管楽器の音の違いの秘密を探る。

3班 …… 人の声の違いの秘密は何か。

4班 …… CDの音とテープの音はどう違うのか。

5班 …… 和音と不協和音の違いは何か。

6班 …… 音の大きさや高さの秘密を探る。

③ 前時に用意した、発表用の紙（色画用紙）を黒板に貼り、発表者が自分の班の課題や方法、予想について発表し、自分たち以外の班以外の内容についても、大まかに知ることができた。

そして15分間検証実験をして、その結果について分かったことを話し合い、発表用の紙にまとめ、班ごとに発表した。次に3つの班の追究について述べる。

<1班> 「水中での音は空気中とどのように違うか。」

[予 想] 水中の音は、空気中の音より振幅は小さく、波長は長くなるだろう。

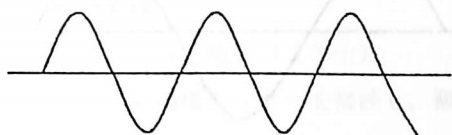
[実験方法] マイクをビニル袋に包んで水中に入れ、音さを空気中で鳴らし、その音をコンピュータに取り込んで比較する。

[実験結果] 次の図3のように、水中の音は、空気中の音より振幅は小さくなるが、波長は変わらなかった。



図2 実験の様子

＜水中の音＞



＜空気中の音＞

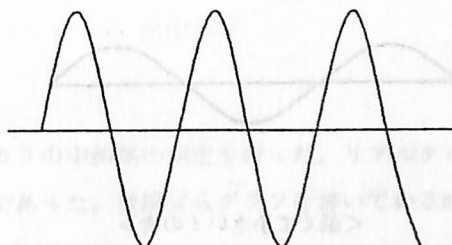


図3 水中の音と空気中の音

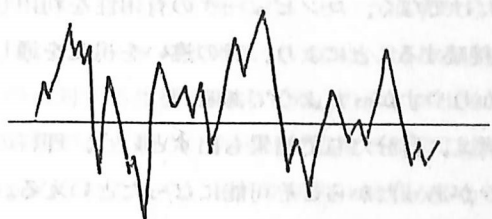
＜4班＞ 「CDの音とテープの音はどう違うのか。」

〔予想〕 テープの音の波のほうが大きく、CDの音の波は小さくなるだろう。

〔実験方法〕 同じ曲の同じ場所をテープとCDから発音させ、コンピュータに取り込んで比較する。

〔実験結果〕 下の図4のように、テープの音のほうが波の凹凸があまりなくて、CDのほうが波の凹凸が大きかった。予想と全く逆の結果になってしまった。

＜CDの音＞



＜テープの音＞



図4 CDの音とテープの音

＜6班＞ 「音の大きさや高さが違うとはどういうことか。」

〔予想〕 音が小さいほど、音が大きいほど振幅が小さくなるだろう。

〔実験方法〕 笛で低くて小さいミ、低くて大きいミ、高くて小さいミ、高くて大きいミの音を発音し、コンピュータに取り込んで比較する。

〔実験結果〕 次の図5のような結果になった。音が大きくなると振幅が大きくなり、音が高くなると波長が短くなる。

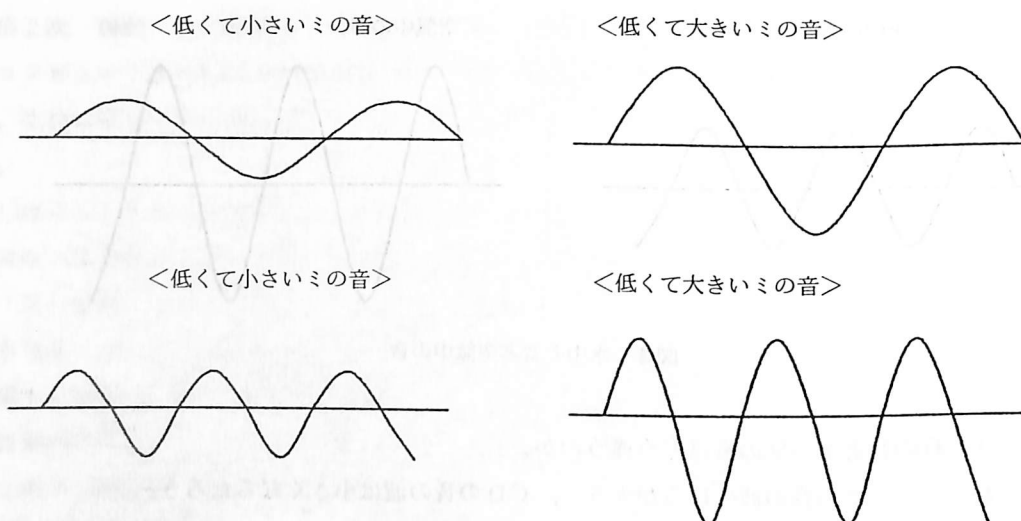


図5 音の大小と高低

#### (4) 指導を振り返って

生徒のコンピュータに対する興味・関心は非常に高く、コンピュータを使用するだけで、普段より意欲的に活動する。今回の授業も、生徒は自分たちの課題の解決に向けてたいへん熱心に取り組んだ。しかし、今回の授業では単にコンピュータを使用したからだけでなく、コンピュータの有用性を利用したことが大きいと思う。特に「音」の学習では、NADVを接続することにより、音の違いを視覚を通して比較できたということが生徒にとって新鮮で、しかも分かりやすかったようである。

今回の授業では課題を自ら見つけ、方法も自分たちで考え、自分たちで結果も出すという、理科の授業での理想ともいえる形態を取った。これもコンピュータがあったからこそ可能になったといえる。生徒は自分たちの課題を、自分たちで考えた方法で追究することに、楽しさを覚え、時間を超過したことに誰も気が付かなかったほどであった。

理科の指導書では「モノコード、音さなどを用いて、振動の振幅が大きいほど音が大きく、振動数が多いほど音が高いことをとらえさせる。」と示されている。今回の授業では、指導書で求められている以上のことを生徒に学習させることになったわけだが、ある単元に限ってはこのような指導書を越えることがあってもよいと考える。しかし、今回生徒が考えた課題の中には、結果としてまとめにくいものもあり（例えば2班の課題「打楽器、管楽器の音の違いの秘密を探る」など）、成就感を味わえるような課題を生徒に見つけさせるような手立ても必要であると感じた。

授業の前に「音の大きさ、高さ」について全員で学習してから、課題別追究に入るべきかどうか悩んだが、結局「音の大きさ、高さ」を調べてしまったら他に調べるものがなくなるのではと考えたので先に学習するということをしなかった。しかし、生徒の発想は教師が想像する以上にユニークであり、先の心配は無用であった。逆にグラフの振幅・振動数が何を表しているのかをしっかりと学習してから、課題別追究に入れば予想の段階で何らかの根拠に基づく話し合いが行われ、さらに深まりが出たのではないかと反省している。

#### 4. 研究の成果と今後の課題

##### (1) その他の実践

###### ① 「酸・アルカリ・塩」(3年生)

コンピュータに温度センサーを接続し、酸とアルカリの中和熱の測定を行った。リアルタイムでグラフ表示されるので、変化の様子がすぐ分かり、有効であった。普段ならグラフを書いている時間を予想と討論の場に当てることができた。

###### ② 「沸点の測定」(1年生)

コンピュータに温度センサーを接続し、混合物の沸点の測定を行った。

##### (2) 研究の成果

今までは、その時間内に考察まで行うことを目的としたために課題について観察実験の方法を生徒に示し、教師主導型で生徒を引っ張っていく授業が多かった。そのため、生徒は教師の指示がなければ次に何をしたいのか分からない生徒も存在した。

今回は実験の前段階で自分なりの根拠に基づいた予想を立て、討論する時間を多く設けることで生徒の追究活動に対する意欲の醸成を図った。その分時間がかかり考察にまでたどりつかないこともあった。しかし、課題については既習の内容を踏まえ、生徒の多様な予想を否定せず取り上げたので、自分の予想が正しいかどうか知りたいという欲求から以前よりも意欲的に追究活動に取り組んだ姿が見えた。

コンピュータの使用については、ほとんどの生徒がよかったと答えている。これはコンピュータそのものに対する生徒の興味・関心の高さによるところもあるが、その利点を生かした授業ができたことによるものだと思う。例えば、温度の測定の場合、今までなら実験後データ処理をしないと変化の様子をつかめないことや、データ処理に時間がかかり、その間に本時の課題がぼやけてしまい、ただなんとなく授業に参加している生徒も存在した。しかし、コンピュータを使用することで実験をしながらリアルタイムで変化の様子をつかむことができ、課題が明確なまま考察にまで踏み込むことができた点は評価できると思う。

##### (3) 今後の課題

今までは、課題を教師が生徒に与えるものが多かったが、今回のように生徒が課題を見つけ、それを解決していけるような授業を仕組みば、さらに意欲的な活動を促すことができると思う。しかし、たった1回の授業だけでは到底そのような活動は無理なので、1年生のうちから少しずつ取り入れていく必要があるだろう。

コンピュータの使用は確かに有効であったが、コンピュータ室から移動させたり元に戻したりするのに労力を要する。そこで理科室にもコンピュータが設置されるような状況が望まれる。また、理科室でのコンピュータが設置には薬品等の使用をするので様々な工夫が必要であることを感じた。

生徒はコンピュータが出した結果は正確であると思い込んでいるので、実験操作によっては間違った結果が示されることを事前に教えないといけないだろう。